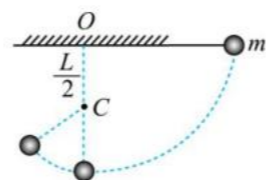


## 2026 届高三上学期一轮诊断考试物理试卷

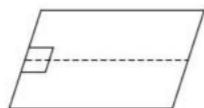
一、选择题：本题共 10 小题，共 46 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 6 分，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

1. 如图所示，长为  $L$  的悬线固定在  $O$  点，在  $O$  点正下方  $\frac{L}{2}$  处有一钉子  $C$ ，把悬线另一端的小球  $m$  拉到跟悬点在同一水平面上无初速度释放，小球到悬点正下方时悬线碰到钉子，则小球的 ( )



- A. 线速度突然增大      B. 角速度突然增大  
C. 向心加速度不变      D. 以上说法均不对

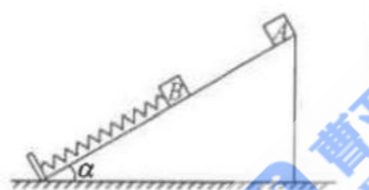
2. 如图所示，一小物块从长 1 m 的水平桌面一端以初速度  $v_0$  沿中线滑向另一端，经过 1 s 从另一端滑落。物块与桌面间动摩擦因数为  $\mu$ ， $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。下列  $v_0$ 、 $\mu$  值可能正确的是 ( )



- A.  $v_0 = 2.5 \text{ m/s}$       B.  $v_0 = 1.5 \text{ m/s}$       C.  $\mu = 0.28$       D.  $\mu = 0.25$

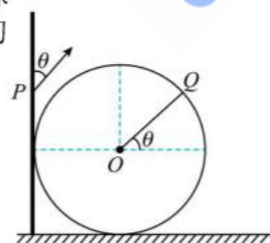
3. 如图所示，倾角  $\alpha = 30^\circ$  的光滑斜面体固定在水平面上，在斜面的底端固定一挡板，轻弹簧固定在挡板上，质量为  $m$  的物块  $B$  与轻弹簧相连接，静止时弹簧的压缩量为  $x$  ( $x$  未知)，将一质量为  $2m$  的物块  $A$  从斜面体上与物块  $B$  间距为  $x_0$  处由静止释放，两物块碰后粘在一起 (碰撞时间极短)，向下运动  $12x$  时速度减为零，重力加速度为  $g$ 。两物块可视为质点，弹簧始终在弹性限度内。则下列说法正确的是 ( )

- A. 两物块碰后瞬间的速度为  $\frac{\sqrt{gx_0}}{3}$   
B. 两物块因碰撞损失的机械能为  $\frac{2}{3}mgx_0$   
C.  $x = \frac{x_0}{36}$       D. 弹簧的劲度系数为  $\frac{4mg}{x_0}$



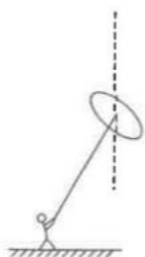
4. 如图所示，水平地面上竖直固定一个挡板，紧靠挡板放置一个半径为  $R$  的球体，球心为  $O$ ， $Q$  为球体表面上的点， $OQ$  与水平面成  $\theta$  角。从挡板上的  $P$  点，把一可视为质点的小球沿与竖直方向成  $\theta$  角方向，以初速度  $v_0$  斜向上抛出，小球运动轨迹与球  $O$  相切于  $Q$  点，重力加速度为  $g$ 。不计空气阻力。下列判断正确的是 ( )

- A. 小球在  $P$  点的动能比在  $Q$  点的动能大  
B. 小球在  $P$  点的动能与在  $Q$  点的动能相等  
C. 小球从  $P$  到  $Q$  的运动时间  $t = \sqrt{\frac{R\cos\theta(1+\cos\theta)}{2g\sin\theta}}$   
D.  $v_0 = \sqrt{\frac{gR(1+\cos\theta)}{\sin\theta\cos\theta}}$

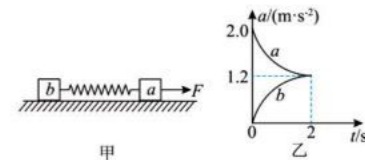


5. 如图所示为一小朋友放风筝的示意图。稳定时风筝悬浮在空中，地面上的人用轻绳拉住风筝，为了让风筝沿同一竖直线缓慢升高，地面上的人缓慢地放绳，整个过程人始终没有走动，假设空气对风筝作用力的方向不变。则风筝缓慢上升时 ( )

- A. 空气对风筝的作用力逐渐增大      B. 轻绳的拉力逐渐减小  
C. 人对地面的压力逐渐增大      D. 地面对人的摩擦力逐渐减小

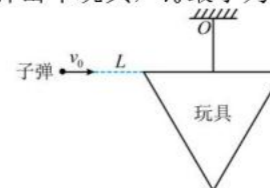


6. [5 分] 物块  $a$ 、 $b$  中间用一根轻质弹簧相接，放在光滑水平面上， $m_a = 3 \text{ kg}$ ，如图甲所示。开始时两物块均静止，弹簧处于原长， $t = 0$  时对物块  $a$  施加水平向右的恒力  $F$ 。 $t = 2 \text{ s}$  时撤去，在  $0 \sim 2 \text{ s}$  内两物体的加速度随时间变化的情况如图乙所示。弹簧始终处于弹性限度内，整个运动过程中以下分析正确的是 ( )



- A. 恒力  $F = 3.6 \text{ N}$   
B. 若  $F$  不撤去，则 2 s 后两物块将一起做匀加速运动  
C. 撤去  $F$  瞬间， $a$  的加速度大小为  $0.8 \text{ m/s}^2$   
D. 物块  $b$  的质量为  $m_b = 1 \text{ kg}$

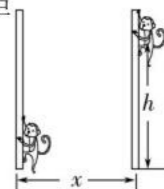
7. 如图所示，用一轻质细线把横截面为正三角形的玩具吊在  $O$  点，玩具上侧边水平。玩具枪沿水平方向朝玩具以速度  $v_0$  射出一粒子弹，射出位置到玩具左侧边的水平距离为  $L$ 。假设三角形边长足够大，不计空气阻力，重力加速度为  $g$ ，要使子弹击中玩具， $v_0$  最小为 ( )



- A.  $\sqrt{\frac{\sqrt{3}gL}{6}}$       B.  $\sqrt{\frac{\sqrt{3}gL}{3}}$       C.  $\sqrt{gL}$       D.  $\sqrt{\frac{2\sqrt{3}gL}{3}}$

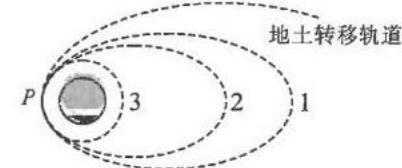
8. 在杂技表演中，猴子沿竖直杆向上做初速度为零、加速度为  $a$  的匀加速运动，同时人顶着直杆以速度  $v_0$  水平匀速前进，经过时间  $t$ ，猴子沿杆向上移动的高度为  $h$ ，人顶杆沿水平地面移动的距离为  $x$ ，如图所示。关于猴子的运动情况，下列说法中正确的是 ( )

- A. 相对地面的运动轨迹为直线  
B. 相对地面做匀加速曲线运动  
C.  $t$  时刻猴子相对地面速度的大小为  $v_0 + at$   
D.  $t$  时间内猴子相对地面的位移大小为  $\sqrt{x^2 + h^2}$



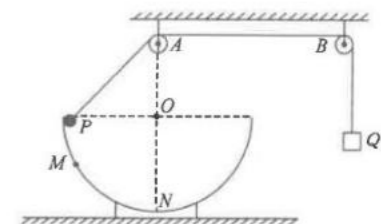
9. 土星是太阳系中的第二大行星，距离地球约为 15 亿千米，如图所示为发射土星探测器的示意图，探测器经地土转移轨道后，经停泊轨道 1、2，最后进入探测轨道 3。下列说法正确的是 ( )

- A. 探测器的发射速度大于  $7.9 \text{ km/s}$ ，小于  $11.2 \text{ km/s}$   
B. 探测器在轨道 1、2、3 的运行周期  $T_1 > T_2 > T_3$   
C. 探测器由轨道 1 进入轨道 2 需在  $P$  点减速  
D. 探测器在轨道 1 经  $P$  点的速度小于在轨道 3 经  $P$  点的速度



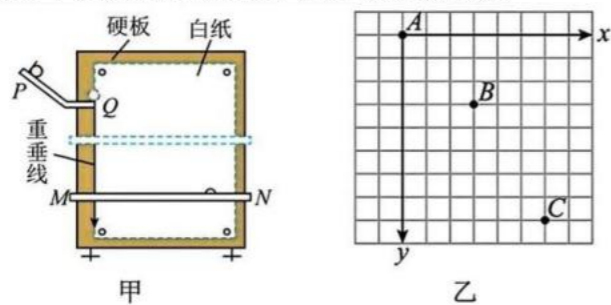
10. 如图所示，半径为  $R$ 、圆心为  $O$  的半圆轨道竖直固定在水平面上，质量为  $2m$  的小球  $P$  通过轻质细线跨过两定滑轮  $A$ 、 $B$  后与质量为  $m$  的物体  $Q$  相连接，左侧的滑轮  $A$  刚好位于  $O$  点正上方，且  $O$  到滑轮  $A$  的距离为  $R$ ， $M$  点为轨道上一点， $\angle MON = 60^\circ$ ， $N$  点为轨道的最低点，现将小球  $P$  从轨道左侧的最高点由静止释放，整个运动过程中物体  $Q$  不会与滑轮发生碰撞。重力加速度为  $g$ ，小球  $P$  可视为质点，两定滑轮的大小不计，一切摩擦阻力均可忽略。则下列说法正确的是 ( )

- A. 小球  $P$  由释放到  $N$  的过程，物体  $Q$  始终超重  
B. 到  $M$  点时小球  $P$  的速度大小为  $\frac{2\sqrt{2(1+\sqrt{2}-\sqrt{3})}gR}{3}$   
C. 到  $M$  点时物体  $Q$  的速度大小为  $\frac{\sqrt{(1+\sqrt{2}-\sqrt{3})}gR}{3}$   
D. 到  $N$  点时小球  $P$  的加速度大小为  $\sqrt{2}g$



## 二. 实验题(每空 3 分, 共 18 分)

11. (6 分) 某实验小组用如图甲所示的装置研究平抛运动及其特点。



(1) 以下是实验过程中的一些做法, 其中合理的有 \_\_\_\_\_

- A. 甲图中硬板一定要保持竖直
- B. 安装斜槽轨道, 使其末端切线保持水平
- C. 斜槽末端必须要悬挂重锤线
- D. 每次小球可以从不同高度由静止释放

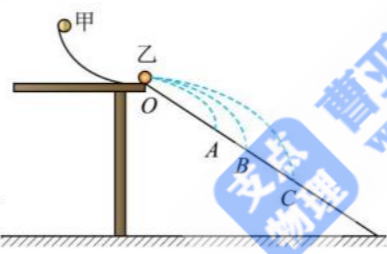
(2) 如图乙所示, 在所记录的点中找出较为清晰的三个点 A、B、C。由于没有记录抛出点, 数据处理时选择 A 点为坐标原点 (0,0), 图中小方格的边长均为 5cm, 重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 则小球平抛初速度的大小为 \_\_\_\_\_ m/s, (计算结果均保留两位有效数字)。

12. (12 分) 某同学用如图所示的装置研究斜槽末端的小球碰撞是否满足动量守恒定律, 选取了两个大小相同、质量不同的小球, 先让质量为  $m_1$  的小球甲从轨道顶部释放, 由轨道末端的 O 点水平飞出并落在斜面上。再把质量为  $m_2$  的小球乙放在 O 点, 小球甲重复上述操作, 与小球乙发生碰撞, 碰后两小球均落在斜面上, 分别记录落点位置, 其中 A、B、C 三个落点位置与 O 点的距离分别为  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ 。

(1) \_\_\_\_\_ (填“需要”或“不需要”) 保证斜槽轨道光滑, 两小球的质量应满足  $m_1$  \_\_\_\_\_  $m_2$  (填“>”“=”或“<”)。

(2) 若  $m_1 = km_2$ , 在实验误差允许的范围内, 只要满足关系式  $k =$  \_\_\_\_\_ (结果用  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  表示), 就能说明两球碰撞过程动量守恒。

(3) 若两球碰撞过程动量守恒, 在实验误差允许的范围内, 只要满足关系式  $\sqrt{L_1} =$  \_\_\_\_\_ (结果用  $L_2$ 、 $L_3$  表示), 就能说明两球的碰撞是弹性碰撞。



## 三. 计算题 (9+12+15=36 分)

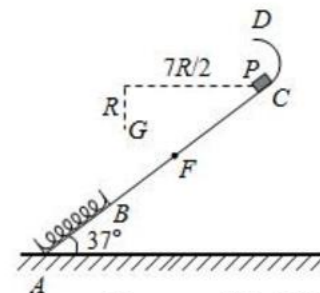
13. 一个质量为 2kg 的箱子静止放在水平面上, 箱子与水平面间的动摩擦因数为 0.5, 给箱子一个水平恒定拉力, 使箱子从静止开始运动, 经过 2s, 箱子的位移为 20m。重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 已知  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ , 空气阻力不计。

- (1) 求拉力的大小。
- (2) 若拉力大小不变, 把拉力的方向改为与水平面成  $37^\circ$  角斜向上, 使箱子从静止开始运动 1s 后撤去拉力, 求箱子运动的总位移。



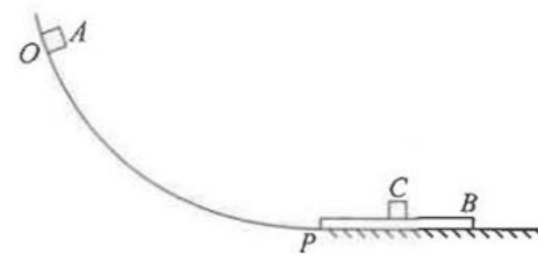
14. (12 分) 如图, 一轻弹簧原长为  $2R$ , 其一端固定在倾角为  $37^\circ$  的固定直轨道 AC 的底端 A 处, 另一端位于直轨道上 B 处, 弹簧处于自然状态, 直轨道与一半径为  $\frac{5}{6}R$  的光滑圆弧轨道相切于 C 点,  $AC = 7R$ , A、B、C、D 均在同一竖直面内。质量为  $m$  的小物块 P 自 C 点由静止开始下滑, 最低到达 E 点 (未画出), 随后 P 沿轨道被弹回, 最高点到达 F 点,  $AF = 4R$ , 已知 P 与直轨道间的动摩擦因数  $\mu = \frac{1}{4}$ , 重力加速度大小为  $g$ 。(取  $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ ,  $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$ )

- (1) 求 P 第一次运动到 B 点时速度的大小。
- (2) 求 P 运动到 E 点时弹簧的弹性势能。
- (3) 改变物块 P 的质量, 将 P 推至 E 点, 从静止开始释放。已知 P 自圆弧轨道的最高点 D 处水平飞出后, 恰好通过 G 点。G 点在 C 点左下方, 与 C 点水平相距  $\frac{7}{2}R$ 、竖直相距  $R$ , 求 P 运动到 D 点时速度的大小和改变后 P 的质量。



15. (15 分) 如图所示, 光滑的曲面轨道与粗糙水平轨道相切于 P 点, 质量  $M = 4 \text{ kg}$ 、长  $L = 4 \text{ m}$  的长木板 B 静止在水平面上, 且长木板 B 的最左端刚好位于 P 点, 质量为  $m = 2 \text{ kg}$  的可视质点的物体 C 静止在长木板 B 的正中央, 另一质量为  $m_0 = 4 \text{ kg}$  的物体 A 从曲面上的 O 点由静止释放, 经过一段时间与长木板 B 发生弹性碰撞, 已知 B、C 间的动摩擦因数为  $\mu_1 = \frac{1}{10}$ , B 与水平轨道间的动摩擦因数为  $\mu_2 = \frac{1}{6}$ , 重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , A、C 均可视为质点, 假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力:

- (1) 物体 A 与长木板 B 碰后瞬间, 长木板 B 与物体 C 的加速度大小;
- (2) 欲使物体 C 刚好不从长木板 B 的左端离开, 释放点 O 到 P 点的高度;
- (3) 若使物体 A 从距离 P 点高为  $h_0 = 0.2 \text{ m}$  处由静止释放, A、B 碰后的瞬间, 立即在长木板 B 上施加水平向右的恒力  $F_0 = 20 \text{ N}$ , 若物体 C 刚好不从长木板上离开, 则恒力作用的时间  $t_1$  (结果可保留根号)



## 2026 届高三上学期一轮诊断考试物理答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	B	C	B	A	D	D	BD	BC	BD

1. 【答案】B

2. 【答案】B 【解析】物块沿中线做匀减速直线运动，则  $\frac{x}{v} = \frac{v_0 + v}{2}$ ，由题知  $x=1\text{ m}$ ， $t=1\text{ s}$ ， $v>0$ ，代入数据有  $v_0 < 2\text{ m/s}$ ，对物块由牛顿第二定律有  $ma = -\mu mg$ ，又  $v^2 - v_0^2 = 2ax$ ，整理有  $v_0^2 - 2\mu gx = v^2 > 0$ ，则  $\mu < 0.2$ 。

3. 【答案】C 【解析】物块 A 由静止释放到碰前的过程，物块 A 的机械能守恒，则由机械能守恒定律得  $2mg \sin \alpha \cdot x_0 = \frac{1}{2} \times 2mv_0^2$ ，解得  $v_0 = \sqrt{2gx_0}$ ，两物块碰撞的过程，由动量守恒定律得  $2mv_0 = (2m+m)v$ ，解得  $v = \frac{2}{3}v_0 = \frac{2}{3}\sqrt{2gx_0}$ ，A 错误；该碰撞损失的机械能为  $\Delta E = \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 - \frac{1}{2} \times 3mv^2$ ，解得  $\Delta E = \frac{1}{3}mgx_0$ ，B 错误；碰前，物块 B 静止，由力的平衡条件得  $mg \sin \alpha = kx$ ，碰后，两物块与轻弹簧组成的系统机械能守恒，则由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2} \times 3mv^2 + 3mg \times 12x \sin \alpha = \frac{kx + 13kx}{2} \times 12x$ ，解得  $x = \frac{x_0}{36}$ ， $k = \frac{18mg}{x_0}$ ，C 正确，D 错误。

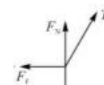
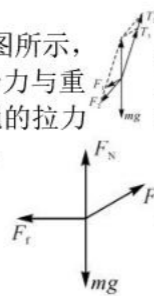
4. 【解析】【详解】建立以球心 O 为原点，水平向右为 x 轴正方向，竖直向上为 y 轴正方向的直角坐标系。根据题意可知，挡板在  $x = -R$  处，Q 点在球面上，OQ 与水平面成  $\theta$  角，则 Q 点坐标为  $(R \cos \theta, R \sin \theta)$ ，小球从 P 点抛出，初速度  $v_0$  与竖直方向成  $\theta$  角，所以初速度的分量为  $v_{0x} = v_0 \sin \theta$ ， $v_{0y} = v_0 \cos \theta$  小球轨迹在 Q 点与球面相切，意味着小球在 Q 点的速度  $v_Q$  方向与该点的切线方向相同，即垂直于半径 OQ。半径 OQ 与 x 轴正向夹角为  $\theta$ ，所以速度  $v_Q$  与 y 轴负向夹角为  $\theta$ 。由于小球从左向右运动， $v_Q$  的 x 分量为正，y 分量为负。因此， $v_Q$  的分量为  $v_{Qx} = v_Q \sin \theta$ ， $v_{Qy} = v_Q \cos \theta$  AB. 小球做斜抛运动，水平方向做匀速直线运动，速度分量不变，则有  $v_{Qx} = v_Q \sin \theta = v_{0x} = v_0 \sin \theta$  则小球在 P 点的速率与在 Q 点的速率相等，根据  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  可知，小球在 P 点的动能与在 Q 点的动能相等，故 A 错误，B 正确；CD. 设小球从 P 到 Q 的运动时间为 t，竖直方向，根据运动学规律则有  $v_y = v_{0y} - gt$ ， $v_{Qy} = v_{0y} - gt$  整理可得  $gt = 2v_0 \cos \theta$  水平方向则有  $x = v_{0x}t$  即  $x_Q - x_P = v_{0x}t$

整理可得  $R \cos \theta - (-R) = (v_0 \sin \theta)t$  联立解得  $v_0 = \sqrt{\frac{gR(1 + \cos \theta)}{2 \sin \theta \cos \theta}}$ ， $t = \sqrt{\frac{2R \cos \theta(1 + \cos \theta)}{g \sin \theta}}$ ，故

CD 错误。故选 B。

5. 【答案】A

【解析】以风筝为研究对象，受力分析如图所示，风筝受重力  $mg$ 、轻绳的拉力  $F$  和空气的作用力  $T$ ，风筝缓慢上升，拉力和空气作用力的合力与重力大小相等，方向相反，风筝缓慢上升的过程中，轻绳与水平方向的夹角变大，由图可知轻绳的拉力增大，空气对风筝的作用力增大，A 正确，B 错误；以人为研究对象，受力分析如图所示，假设轻绳与水平方向的夹角为  $\alpha$ ，则在竖直方向上由力的平衡条件得  $F_N = Mg - F \sin \alpha$ ，由以上分析可知  $F$  增大， $\alpha$  增大则  $\sin \alpha$  增大，所



以  $F_N$  减小，C 错误；以风筝和人作为整体，受力分析，如图所示，由以上分析可知空气对风筝的作用力逐渐增大，方向不变，则空气对风筝的作用力水平向右的分力增大，由力的平衡条件可知地面对人的摩擦力增大，D 错误。

6. 【详解】A.  $t=0$  时，弹簧弹力为零，对 a 根据牛顿第二定律可得  $F = m_a a_0 = 6\text{ N}$ ，A 错误；B.  $t=2\text{ s}$  时，a、b 整体加速度相同，对整体根据牛顿第二定律可得  $F = (m_a + m_b) a_1 = 6\text{ N}$ ，解得  $m_b = 2\text{ kg}$ ，D 错误；C.  $2\text{ s}$  时，对 b 根据牛顿第二定律可得弹簧弹力大小为  $T = m_b a_1 = 2.4\text{ N}$ ，撤去 F 瞬间，弹簧弹力不会突变，此时 a 的加速度大小为  $a'_1 = \frac{T}{m_a} = 0.8\text{ m/s}^2$ ，C 正确；D. a-t 图像与坐标轴所围的面积表示速度的变化量，从图像可看出， $t=2\text{ s}$  时 a 的速度大于 b 的速度，所以若此时不撤去 F，弹簧在之后的一段时间内会继续伸长，a 的加速度减小，b 的加速度增大，并不能一起做匀加速运动，B 错误。选 C。

7. D 【解析】【详解】当子弹速度方向与玩具左侧边平行时有  $v_{0\min}$ ，则对应的速度关系有  $v_y = gt$ ， $v_y = v_0 \tan 60^\circ$  根据几何关系有  $\tan 60^\circ = \frac{y}{x'}$ ， $x = x' + L$ ， $x = v_{0\min} t$ ， $y = \frac{1}{2} g t^2$  联立解得  $v_{0\min} = \sqrt{\frac{2\sqrt{3}gL}{3}}$  故选 D。

8. 【答案】BD 【解析】猴子在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上做初速度为零的匀加速直线运动，合速度与合加速度不在同一条直线上，所以猴子运动的轨迹为曲线，故 A 错误；猴子在水平方向上的加速度为零，在竖直方向上有恒定的加速度，根据运动的合成，知猴子做曲线运动的加速度不变，做匀加速曲线运动，故 B 正确；t 时刻猴子在水平方向上的分速度为  $v_0$ ，在竖直方向上的分速度为  $at$ ，所以合速度  $v = \sqrt{v_0^2 + (at)^2}$ ，故 C 错误；在 t 时间内猴子在水平方向和竖直方向上的分位移分别为 x 和 h，根据运动的合成，知合位移大小为  $\sqrt{x^2 + h^2}$ ，故 D 正确。

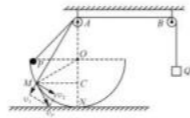
9. 【答案】BC 【解析】探测器需要到达土星，因此其最终会脱离地球的引力束缚，其发射速度应大于第二宇宙速度，A 错误；由开普勒第三定律得  $\frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$ ，由题图可知轨道 1 的半长轴最大、轨道 3 的轨道半径最小，所以探测器在轨道 1、2、3 的运行周期关系为  $T_1 > T_2 > T_3$ ，B 正确；探测器由轨道 1 进入轨道 2，即由高轨道进入低轨道，需点火减速，C 正确；探测器在轨道 1 上经过 P 点后做离心运动，则有  $G \frac{Mm}{r^2} < m \frac{v_{P1}^2}{r}$ ，探测器在轨道 3 上经过 P 点做匀速圆周运动，则有  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v_{P3}^2}{r}$ ，显然  $v_{P3} < v_{P1}$ ，D 错误。

10. 【答案】BD 【解析】小球 P 由静止释放沿半圆轨道下滑，经过一段时间，小球 P 运动到半圆环的最低点 N，此时小球 P 的速度与细线垂直，此时小球 Q 的速度为零，显然小球 P 由释放到最低点 N 的过程，物体 Q 先向上加速运动再向上减速运动，即物体 Q 的加速度先向上后向下，所以物体 Q 先超重后失重，A 错误；小球 P 由释放到 N 的过程，小球 P 下落的高度为 R，物体 Q 上升的高度为  $(2R - \sqrt{2}R)$ ，对 P、Q 组成的系统，由机械能守恒定律得  $2mgR - mg(2R - \sqrt{2}R) = \frac{1}{2} \times 2mv_N^2$ ，解得  $v_N = \sqrt{\sqrt{2}gR}$ ，

此时小球 P 的加速度大小为  $a = \frac{v_N^2}{R} = \sqrt{2}g$ ，D 正确；小球 P 到 M 点时，如图所示，小球 P 下落的高度为  $h_p = R \cos 60^\circ = \frac{R}{2}$ ， $CM = \frac{\sqrt{3}}{2}R$ ， $AM = \sqrt{3}R$ ，有  $\cos \angle CMA = \frac{CM}{AM} = \frac{1}{2}$ ， $\angle CMA = 60^\circ$ ，

则有物体  $Q$  上升的高度为  $h_Q = (\sqrt{3} - \sqrt{2})R$ , 设小球  $P$  在  $M$  点的速度为  $v_P$ , 此时小球  $P$  沿细线方向的分速度  $v_1$  等于物体  $Q$  的速度, 有  $v_Q = v_P \cos 60^\circ = \frac{1}{2}v_P$ , 小球  $P$  由释放到  $M$  点的过程中, 对  $P$ 、 $Q$  组成的系统由机械能守恒定律得  $2mgh_P - mg(\sqrt{3} - \sqrt{2})R = \frac{1}{2} \times 2mv_P^2 + \frac{1}{2}mv_Q^2$ , 解得

$$v_P = \frac{2\sqrt{2(1+\sqrt{2}-\sqrt{3})gR}}{3}, v_Q = \frac{\sqrt{2(1+\sqrt{2}-\sqrt{3})gR}}{3}, \text{B 正确, C 错误.}$$



11. (6分) ABC 1.5

12. 【答案】(1) ①. 不需要 ②. > (2)  $\frac{\sqrt{L_3}}{\sqrt{L_2} - \sqrt{L_1}}$  (3)  $\sqrt{L_3} - \sqrt{L_2}$

【小问 1 详解】[1][2]实验要保证小球到达斜槽末端时以相同的速度作平抛运动, 要求小球从斜槽的同一位置由静止释放且斜槽轨道末端水平即可, 因此不需要保证斜槽轨道光滑; 为防止入射小球  $m_1$  碰撞后反弹, 应满足  $m_1 > m_2$ .

【小问 2 详解】小球抛出后作平抛运动, 设斜面与水平面的夹角为  $\theta$ , 小球落点位置与  $O$  点的距离为  $L$ . 根据平抛运动的规律, 在水平方向有  $L \cos \theta = vt$  在竖直方向有  $L \sin \theta = \frac{1}{2}gt^2$  联立可得小球抛出的速度为  $v = \sqrt{\frac{g \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}} \cdot \sqrt{L}$  设碰撞前  $m_1$  的速度为  $v_1$ , 碰撞后  $m_1$  的速度为  $v_1'$ , 碰撞后  $m_2$  的速度为  $v_2'$ , 则

$$v_1 = \sqrt{\frac{g \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}} \cdot \sqrt{L_2}, v_1' = \sqrt{\frac{g \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}} \cdot \sqrt{L_1}, v_2' = \sqrt{\frac{g \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}} \cdot \sqrt{L_3}$$

若两球碰撞过程动量守恒, 则有  $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$  又根据题意有  $m_1 = km_2$  联立解得  $k = \frac{\sqrt{L_3}}{\sqrt{L_2} - \sqrt{L_1}}$

【小问 3 详解】若两球的碰撞是弹性碰撞, 则机械能守恒, 有  $\frac{1}{2}m_1 v_1^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2'^2$

$$\text{又因为 } v_1 = \sqrt{\frac{g \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}} \cdot \sqrt{L_2}, v_1' = \sqrt{\frac{g \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}} \cdot \sqrt{L_1}, v_2' = \sqrt{\frac{g \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}} \cdot \sqrt{L_3}, m_1 = km_2$$

$$\text{联立可得 } k = \frac{L_3}{L_2 - L_1} \text{ 又因为两球碰撞过程动量守恒, 满足 } k = \frac{\sqrt{L_3}}{\sqrt{L_2} - \sqrt{L_1}} \text{ 整理可得 } \sqrt{L_1} = \sqrt{L_3} - \sqrt{L_2}$$

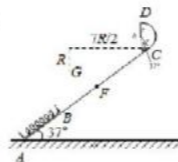
13. 【答案】(1)  $F=30\text{N}$ ; (2)  $L=18.975\text{m}$

【解析】(1)箱子做匀加速运动, 有  $L = \frac{1}{2}at^2$  解得  $a = \frac{2L}{t^2} = 10\text{m/s}^2$

由牛顿第二定律有  $F = ma + \mu mg = 30\text{N}$

(2) 箱子先以大小为  $a_1$  的加速度匀加速  $t_1$  时间, 撤去拉力后, 以大小为  $a_2$  的加速度匀减速  $t_2$  时间后速度恰为 0, 有  $F \cos 37^\circ - \mu(mg - F \sin 37^\circ) = ma_1$  解得  $a_1 = 11.5\text{m/s}^2$

撤去拉力后  $a_2 = \mu g = 5\text{m/s}^2$  由于匀加速阶段的末速度即为匀减速阶段的初速度, 因此有  $a_1 t_1 = a_2 t_2$  其中  $t_1 = 1\text{s}$  箱子加速、减速的总位移  $L = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 + \frac{1}{2}a_2 t_2^2$  联立解得  $L = 18.975\text{m}$



14 解: (1)  $C$  到  $B$  的过程中重力和斜面的阻力做功, 所以:

$$mg \cdot \overline{BC} \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \overline{BC} = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0 \text{ 其中: } \overline{BC} = \overline{AC} - 2R, \text{ 代入数据得: } v_B = 2\sqrt{gR}$$

(3) 物块返回  $B$  点后向上运动的过程中:  $-mg \cdot \overline{BF} \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \overline{BF} = 0 - \frac{1}{2}mv_B'^2$

$$\text{其中: } \overline{BF} = \overline{AF} - 2R, \text{ 联立得: } v_B' = \sqrt{\frac{16gR}{5}}$$

物块  $P$  向下到达最低点又返回的过程中只有摩擦力做功, 设最大压缩量为  $x$ , 则:

$$-\mu mg \cos 37^\circ \cdot 2x = \frac{1}{2}mv_B'^2 - \frac{1}{2}mv_B^2, \text{ 整理得: } x = R > \text{物块向下压缩弹簧的过程设克服弹力做功为 } W, \text{ 则:}$$

$$mgx \cdot \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ \cdot x - W = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

又由于弹簧增加的弹性势能等于物块克服弹力做的功, 即:  $E_P = W$  所以:  $E_P = 2.4mgR$

(3) 由几何关系可知图中  $D$  点相对于  $C$  点的高度:  $h = r + r \cos 37^\circ = 1.8r = 1.8 \times \frac{5}{6}R = 1.5R$

所以  $D$  点相对于  $G$  点的高度:  $H = 1.5R + R = 2.5R$  小球做平抛运动的时间:  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{5R}{g}}$

$G$  点到  $D$  点的水平距离:  $L = \frac{7}{2}R - r \sin 37^\circ = \frac{7}{2}R - \frac{5}{6}R \times \frac{3}{5} = 3R$  由:  $L = v_D t$ , 联立得:  $v_D = \frac{3}{5}\sqrt{5gR}$

$E$  到  $D$  的过程中重力、弹簧的弹力、斜面的阻力做功, 由功能关系得:

$$E_P - m'g(\overline{EC} \sin 37^\circ + h) - \mu m'g \cos 37^\circ \cdot \overline{EC} = \frac{1}{2}m'v_D^2 - 0, \text{ 联立得: } m' = \frac{1}{3}m$$

15. 【答案】(1)  $3\text{m/s}^2$  (2)  $0.8\text{m}$  (3)  $\frac{4\sqrt{10}-10}{5}\text{s}$

【解析及评分细则】(1) 物体  $A$  与长木板  $B$  碰后物体  $C$  做加速运动, 长木板  $B$  做减速运动, 由牛顿第二定律对  $C$  有  $\mu_1 mg = ma_1$  解得  $a_1 = 1\text{m/s}^2$

对长木板  $B$  由牛顿第二定律得  $\mu_1 mg + \mu_2 (M+m)g = Ma_2$  解得  $a_2 = 3\text{m/s}^2$

(2) 设碰后长木板  $B$  的速度为  $v_1$ , 欲使物体  $C$  刚好不从长木板  $B$  的最左端滑出, 则应使物体  $C$  刚好滑到长木板的最左端二者共速, 设共同的速度为  $v$ . 则有  $v = a_1 t = v_1 - a_2 t$  又由  $\frac{L}{2} = \frac{v+v_1}{2}t - \frac{v}{2}t$  解得

$$v_1 = 4\text{m/s}$$

物体  $A$  和长木板  $B$  发生弹性碰撞, 设碰前物体  $A$  的速度为  $v_0$ , 对于碰撞的过程由动量守恒定律、机械能守恒定律得  $m_0 v_0 = Mv_1 + m_0 v_2$   $\frac{1}{2}m_0 v_0^2 = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}m_0 v_2^2$  解得  $v_0 = 4\text{m/s}$ 、 $v_2 = 0$

物体  $A$  由  $O$  到  $P$  的过程, 由机械能守恒定律得  $\frac{1}{2}m_0 v_0^2 = m_0 gh$  解得  $h = 0.8\text{m}$

(3) 物体  $A$  从距离  $P$  点  $h_0 = 0.2\text{m}$  处静止释放, 碰前有  $m_0 gh_0 = \frac{1}{2}m_0 v^2$  碰前  $A$  的速度为  $v = 2\text{m/s}$

由第 (2) 问解析可知, 碰后瞬间  $B$  的速度为  $v = 2\text{m/s}$ ,  $A$ 、 $B$  碰后的瞬间, 在长木板上施加的水平向右的恒力  $F_0 = 20\text{N}$ , 撤走外力前物体  $C$  以  $a_1 = 1\text{m/s}^2$  加速运动, 长木板  $B$  加速运动, 对长木板  $B$  由

牛顿第二定律得  $F_0 - \mu_1 mg - \mu_2 (M + m)g = Ma_3$  解得  $a_3 = 2\text{m/s}^2$

撤走外力瞬间长木板  $B$  的速度和位移分别为  $v_3 = v + a_3 t_1$ 、 $x_3 = vt_1 + \frac{1}{2} a_3 t_1^2$

物体  $C$  的速度和位移分别为  $v_4 = a_1 t_1$ 、 $x_4 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$   $t_1$  时间内  $C$  在  $B$  上表面向左滑动的距离为

$$\Delta x_1 = x_3 - x_4 = v_1 t_1 + \frac{1}{2} a_3 t_1^2 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

由于  $v_3 > v_4$ ，所以此后物体  $C$  继续加速，长木板  $B$  开始减速，设撤走外力后经时间  $t_2$  物体  $C$  与  $B$  共速，

且此时物体  $C$  刚好到达长木板  $B$  的最左端，由 (1) 问可知长木板  $B$  减速时的加速度为  $a_2 = 3\text{m/s}^2$  则

$$v_{\text{共}} = v_4 + a_1 t_2 = v_3 - a_2 t_2$$

$t_2$  时间内  $C$  在  $B$  上表面向左滑动的距离为  $\Delta x_2 = \frac{v_3 + v_{\text{共}}}{2} t_2 - \frac{v_4 + v_{\text{共}}}{2} t_2$

则有  $\Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{L}{2}$  由以上解得  $t_1 = \frac{4\sqrt{10} - 10}{5}\text{s}$ 、 $t_2 = \frac{\sqrt{10}}{5}\text{s}$ 、 $v_{\text{共}} = (\sqrt{10} - 2)\text{m/s}$